

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60083906  
PUBLICATION DATE : 13-05-85

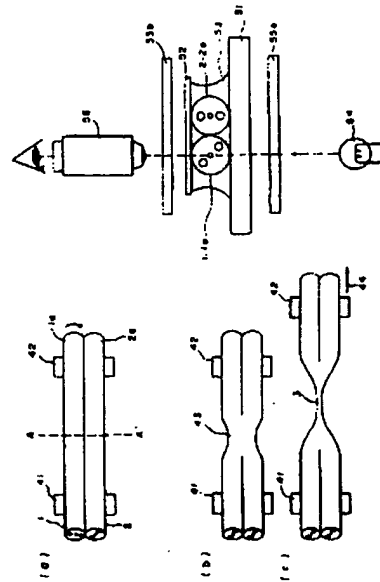
APPLICATION DATE : 14-10-83  
APPLICATION NUMBER : 58192174

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>;

INVENTOR : KOBAYASHI MORIO;

INT.CL. : G02B 6/28 G02B 6/16

TITLE : FIBER TYPE OPTICAL COUPLING  
ELEMENT AND ITS PRODUCTION



**ABSTRACT :** PURPOSE: To maintain satisfactorily the quenching ratio of linear polarization and to decrease excessive loss by matching the refractive index of the stress- applying part of an optical fiber to the refractive index of the clad part thereof.

CONSTITUTION: Optical fibers 1-1a, 2-2a for maintaining linear polarization of which the main axis directions are adjusted to a desired arrangement are fixed to supporting bases 41, 42 and are partly heated and welded thereto into one body. The welded part 43 is heated and at the same time the base 42 is smoothly moved toward an arrow 44 to stretch the welded part to a tapered shape, thereby forming a welded and stretched part 3. The two fibers are held in place between glass plates 51 and 52 and are dipped in a matching liquid 53 having the refractive index approximate to the refractive index of the clad part if the fiber 2-2a is already adjusted in the main axis direction and 1-1a is before adjustment. The light of an illuminating light source 54 is polarized by a polarizing plate 55a so as to cross the fiber and is thereafter passed through a polarizing plate 55b. The light is observed by a microscope 56 to detect the position of the stress-applying part and the fiber is rotated and is matched to the required position.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP) ⑩ 特許出願公開  
⑪ 公開特許公報(A) 昭60-83906

⑫ Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 昭和60年(1985)5月13日  
G 02 B 3/28 8106-2H  
6/16 7370-2H 審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 ファイバ形光結合子およびその製造方法

⑮ 特 願 昭58-192174

⑯ 出 願 昭58(1983)10月14日

⑰ 発 明 者 河 内 正 夫 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話公社茨城電気通信研究所内  
⑱ 発 明 者 野 田 壽 一 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話公社茨城電気通信研究所内  
⑲ 発 明 者 佐 々 木 豊 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話公社茨城電気通信研究所内  
⑳ 発 明 者 小 林 盛 男 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話公社茨城電気通信研究所内  
㉑ 出 願 人 日本電信電話公社  
㉒ 代 理 人 弁理士 志賀 正武

明 細 書

3 発明の詳細な説明

1 発明の名称

ファイバ形光結合子およびその製造方法

2 特許請求の範囲

- 1 クラッド部に応力付与部を有する複数本の直線偏波保持性光ファイバの一部が、ファイバ主軸方向を揃えて融着・延伸されてなるファイバ形光結合子において、該光ファイバの応力付与部の屈折率がクラッド部の屈折率に整合していることを特徴とするファイバ形光結合子。
- 2 クラッド部に応力付与部を有する複数本の直線偏波保持性光ファイバの一部を融着・延伸するファイバ形光結合子の製造方法において、融着・延伸に先だち、該光ファイバの応力付与部位置を光ファイバ側面より偏光あるいは紫外光を用いて検出し、必要に応じて個々の光ファイバをその中心軸に関して回転し、複数本の該光ファイバの主軸方向を所望の配列に揃えることを特徴とするファイバ形光結合子の製造方法。

本発明は、光通信や光ファイバセンサの分野に用いるファイバ形光結合子およびその製造方法に関するものである。

光ファイバ製造技術の進展に伴ない、直線偏波を主軸に沿って長距離にわたって安定に保存する単一モード光ファイバが開発され、直線偏波保持性光ファイバと呼ばれて光通信や光ファイバセンサの分野に新たな進歩を生み出すものと期待されている。直線偏波保持性光ファイバの利用に限っては、ファイバに接続される光回路部品にも直線偏波保持性が要求される。なかでも、ファイバ形光結合子は重要な光回路部品であり、従来、第1図の構造が提案されている。第1図において、2本の直線偏波保持性光ファイバ1-1a, 2-2aは、その一部が融着・延伸されている。直線偏波保持性光ファイバは、コア部4aの周囲のクラッド部4bに応力付与部5を有し、応力付与部5で定まるファイバ主 6a, 6bが互いに平行に揃うように、融着・延伸部3の断面7でファイバが

配列されている。ファイバ1に入射した直線偏光8は、ファイバ主軸に沿って伝わり、融着・延伸部で他方の光ファイバにも分割され、直線偏光9、10として、それぞれファイバ1a、2aから射出する。

融着・延伸部3でも、直線偏光状態が破壊されない2本のファイバの配列構造としては、第1図に示した例を含めて、第2図に示すように2本のファイバを融着操作21して得た構造が3通りあることが知られている(参考文献M. Kawauchi; Electron. Lett., 18(1982)962)。このようなファイバの配列操作は、顕微鏡下で応力付与部位置を観察することによりなされている。

上記のファイバ形光結合子は、確かに入射・射出ファイバの主軸に沿って、直線偏光を $-1.5$  dB程度の消光比で良好に保持するが、融着・延伸部3での通光損失が3 dB程度と大きいという欠点があつた。これは、応力付与部を有しない通常の単一モード光ファイバから構成される直線偏光保持性のないファイバ形光結合子の通光損失が/dB

程度以下であることと対照的で、第1図に示した従来の直線偏光保持性ファイバ形光結合子の使用上の大きな問題点であつた。

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、通光損失の少ないファイバ形光結合子およびその製造方法を提供することを目的とする。本発明の第1の発明であるファイバ形光結合子は、クラッド部に応力付与部を有する複数本の直線偏光保持性光ファイバの一部が、ファイバ主軸方向を揃えて融着・延伸されてなるファイバ形光結合子において、該光ファイバの応力付与部の屈折率がクラッド部の屈折率に整合していることを特徴とするものである。また第2の発明であるファイバ形光結合子の製造方法は、クラッド部に応力付与部を有する複数本の直線偏光保持性光ファイバの一部を融着・延伸するファイバ形光結合子の製造方法において、融着・延伸に先立ち、該光ファイバの応力付与部位置を光ファイバ側面より偏光あるいは紫外光を用いて検出し、必要に応じて個々の光ファイバをその中心軸に関して回転し、複数本の該

光ファイバの主軸方向を所望の配列に揃えることを特徴とする。

本発明者は、通光損失要因を鋭意検討した結果、応力付与部の屈折率値が通光損失に大きく影響することを見出したもので、本発明は、低損失化のため、ファイバ形光結合子を構成する光ファイバの応力付与部の屈折率値を、2種以上のドーパントを用いて、クラッド部の屈折率に匹敵するよう補償せしめたものである。屈折率を補償された応力付与部は、従来のような顕微鏡観察では側面よりの位置観察が不可能で、ファイバ主軸の配列が困難という問題が生じたが、これをファイバ側面より偏光あるいは紫外光を用いて観察することにより解決したのである。以下、図面について本発明を詳細に説明する。

第3図(a)は、種々の応力付与部屈折率値を有する直線偏光保持性光ファイバから構成したファイバ形光結合子の通光損失と応力付与部比屈折率差(クラッド部の屈折率を基準)との関係(実験値)を示したものである。用いたファイバ断面図を第

3図(b)に示したが、ファイバ外径は $125 \mu\text{m}$ 、コア径 $6.5 \mu\text{m}$ 、コア部比屈折率差 $+0.4\%$ 、応力付与部半径 $30 \mu\text{m}$ 、応力付与部中心とコア中心との距離 $30 \mu\text{m}$ である。応力付与部にはドーパントとして $\text{B}_2\text{O}_3$ (屈折率を低下させる)と $\text{GeO}_2$ (屈折率を増加させる)を含み、そのバランスにより比屈折率差が制御されている。ここでは2本のファイバは、第2図(a)に示した配列構造で融着・延伸され、 $1.3 \mu\text{m}$ でほぼ50%;50%の分割比を持つよう延伸長が調節されており、第3図(a)に示す通光損失は、それぞれ作製した10個の結合子のうち、良好な5個の平均値を示したものである。

第3図より、応力付与部の比屈折率差が $-0.5 \sim -0.7\%$ 程度の光ファイバから構成される従来のファイバ形光結合子の通光損失が3 dB程度以上となることが回避されるとともに、通光損失が1 dB程度以下になる領域は、 $-0.15\% \leq$  応力付与部比屈折率差  $\leq +0.05\%$ と狭いことがわかる。第3図(a)において、応力付与部の比屈折率

がマイナスの方向に移動するにつれて、通割損失が増加する理由としては次の点が考えられる。すなわち、融着・延伸部では、コア径が細くなるため、光はコア部のみならずクラッド部にも大きく広がって伝わるが、応力付与部の屈折率差がマイナスの場合には、電界分布が乱されてしまい、基本モードから高次モードへの変換が生じ散乱損失の増加を招いてしまうものと推定される。逆に屈折率差がプラスの場合には、上記の要因とともに、応力付与部への望ましくない光結合が生じてしまうためと考えられる。第3図(a)の実験結果は、第2図(a)の配列に対応したものであるが、第2図(b)、(c)の配列の場合には、応力付与部が2つのコア間に介在することになるので、応力付与部屈折率値の不整合に伴う通割損失増加は、さらに著しいものとなる。かくして、ファイバ形光結合子の低損失化のためには、応力付与部の屈折率がクラッド部の値に整合するよう複数のドーパントで補償することが必要である。

第4図は本発明のファイバ形光結合子の製造工

程説明図である。まず、2本の直線偏波 特性光ファイバ1-1a、2-2aの主軸方向を第2図に示した所望の配列に調節し支持台41、42に固定する(第4図(a))。つづいて、ファイバの一部を、酸素・プロパン炎で加熱し、一体になるよう融着する(第4図(b))。次に融着部43を加熱すると同時に、支持台42を滑らかに矢印44方向に移動させ、融着部43をテーパ状に延伸し、融着・延伸部3を形成する(第4図(c))。

第5図は、第4図(a)のファイバ主軸配列工程をさらに詳しく図解したもので、第4図(a)の破線A-A'に沿った断面図を示したものである。第5図において、ファイバ2-2aは既に主軸方向調整済の状態にあり、ファイバ1-1aは調整前の状態にある。主軸配列工程において、2本の光ファイバ1-1a、2-2aは、2枚のガラス板51、52間に挟在せしめられ、しかもファイバのクラッド部に近い屈折率値を有する整合液53に浸漬されている。照明光源54からの光は偏光板55aにより、偏光となり、ファイバを横断した後、別

の偏光板55bを通過する。偏光がファイバを横断する際に応力付与部の存在によつて生ずる光弾性効果のため、偏光面が回転し、顕微鏡56で観察することにより、明暗差として応力付与部の位置を検出することができる。応力付与部の屈折率値がクラッド部の屈折率と精度良く一致していて、通常の顕微鏡観察では応力付与部を同定できない場合でも応力による光弾性効果は生ずるので、第5図の方法で応力付与部の位置を知ることができ、ファイバを回転して、第2図に示したいずれの配列にも合わせることができる。以上、配列操作の終了後には、ファイバを支持台41、42に固定し、ガラス板51、52を除去し、次の融着工程に備えるのである。ファイバ側面に残留した整合液は、融着時に酸素・プロパン炎で分解・気化せしめられるので何の問題も無い。

ファイバ主軸の配列方法としては、紫外光を用いることもできる。すなわち第6図に実施例を示すように、ファイバ1-1a、2-2aは整合液53とともに、ガラス板51、52間に挟在せし

められており、ファイバ側面には、He-Cdレーザ61(波長4325Å、出力10mW)からの紫外光が照射されている。ドーパントとしてGeO<sub>2</sub>を含む応力付与部は紫外光照射によつて可視域に蛍光を発するため、蛍光分布を顕微鏡56を通して観察することにより、応力付与部位置、したがって主軸方向を検出することができ、本発明のファイバ形光結合子の作製に有効である。顕微鏡観察をテレビカメラ等を通さず、直接眼で行なう場合には、適当な位置に紫外線カットフィルター62を入れ眼を保護することが望ましい。

以上、本発明の構成等を(2×2)形光結合子について説明したが3本の光ファイバを用いる(3×3)形等についても同様に有効であることはもちろんである。また、以上の実施例でとりあげた直線偏波保持性光ファイバ(RANDAファイバ)の他、類似のいわゆる複屈折性ファイバ(例えばBow-Tieファイバ、楕円クラッドファイバ等)から成るファイバ形光結合子にも、本発明が適用できることももちろんである。

を示す説明図である。

1-1a, 2-2a ……直線偏波保持性光ファイバ、3 ……融着・延伸部、4a ……コア部、4b ……クラッド部、5 ……応力付与部、6a, 6b ……ファイバ主軸、7 ……融着延伸部断面、8 ……入射偏波、9, 10 ……出射偏波、21 ……融着操作、41, 42 ……支持台、43 ……融着部、44 ……延伸方向、51, 52 ……ガラス板、53 ……屈折率整合液、54 ……照明光源、55a, 55b ……偏光板、56 ……顕微鏡、61 ……紫外光源、(He・Cdレーザ)、62 ……紫外線カットフィルター。

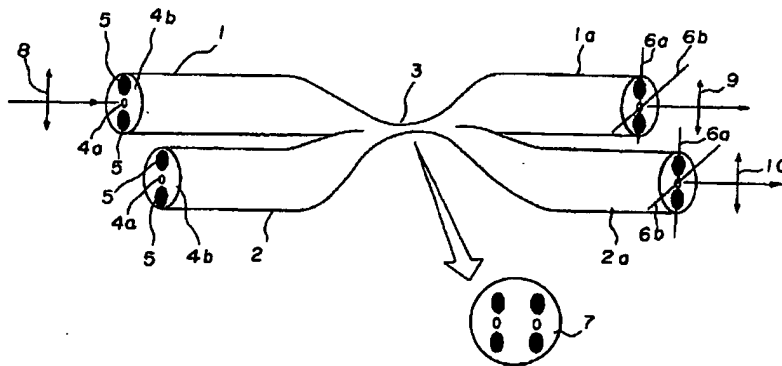
#### 図面の簡単な説明

第1図は従来の直線偏波保持性ファイバ形光結合子の構造図、第2図(a)~(c)は直線偏波を保存するファイバ配列図、第3図(a)は応力付与部比屈折率差と光結合子過剰損失との関係図、第3図(b)は第3図(a)の実験に用いたファイバの断面図、第4図(a)~(c)は本発明のファイバ形光結合子作製工程図、第5図は本発明におけるファイバ主軸並列方法の実施例を示す説明図、第6図は同別の実施例

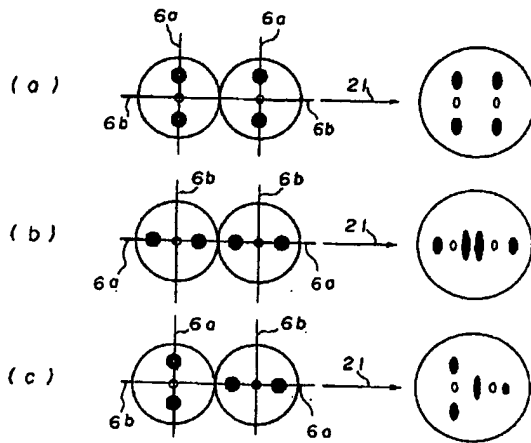
出願人 日本電信電話公社

代理人 弁理士 志賀正武

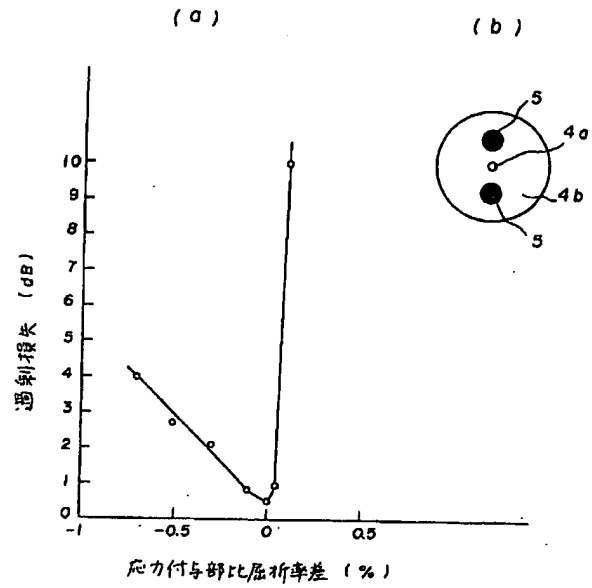
第1図



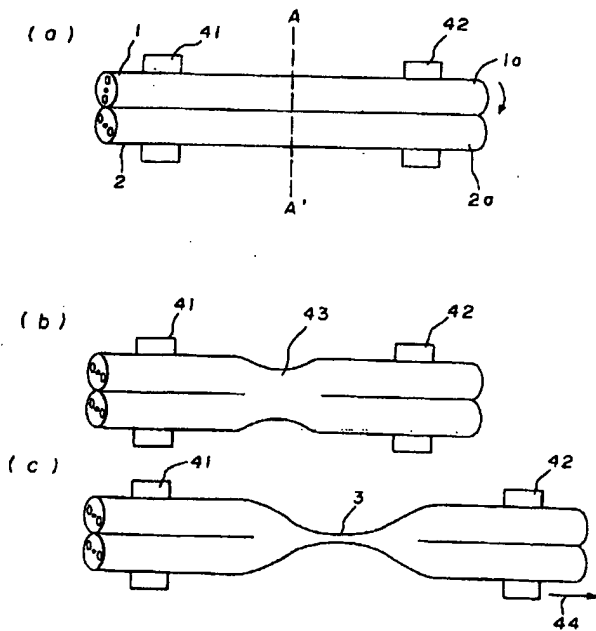
第 2 图



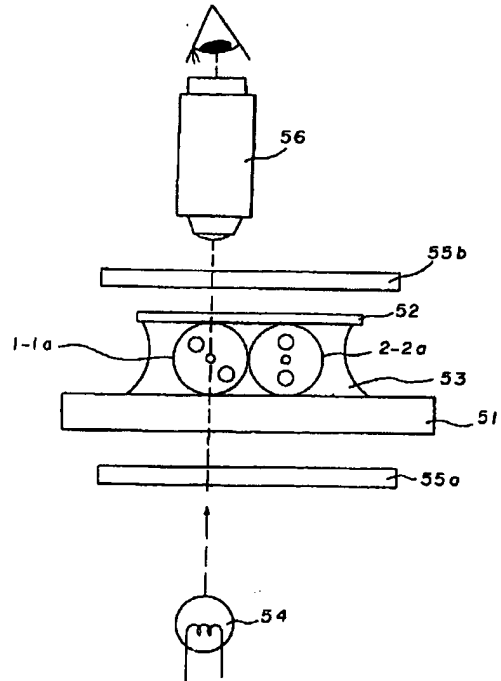
第 3 图



第 4 图



第 5 图



第 6 図

